

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年12月27日
Date of Application:

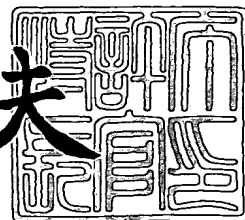
出願番号 特願2002-382221
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2002-382221]

出願人 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
Applicant(s):

2003年12月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3103126



【書類名】 特許願

【整理番号】 DCMH140384

【提出日】 平成14年12月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 12/00

【発明の名称】 学習方法、推定方法、通信システム、装置、プログラム
及び記憶媒体

【請求項の数】 23

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ
 ・ ティ ・ ティ ・ ドコモ内

 【氏名】 三宅 基治

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ
 ・ ティ ・ ティ ・ ドコモ内

 【氏名】 稲村 浩

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ
 ・ ティ ・ ティ ・ ドコモ内

 【氏名】 石川 太郎

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ
 ・ ティ ・ ティ ・ ドコモ内

 【氏名】 横田 和久

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ
 ・ ティ ・ ティ ・ ドコモ内

 【氏名】 高橋 修

**【特許出願人】****【識別番号】** 392026693**【氏名又は名称】** 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ**【代理人】****【識別番号】** 100098084**【弁理士】****【氏名又は名称】** 川▲崎▼ 研二**【選任した代理人】****【識別番号】** 100111763**【弁理士】****【氏名又は名称】** 松本 隆**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 038265**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【プルーフの要否】** 要



【書類名】 明細書

【発明の名称】 学習方法、推定方法、通信システム、装置、プログラム及び記憶媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パケット通信網を介して一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送する他方の装置が、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する際に用いる情報を学習する学習方法において、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を学習する学習過程

を有することを特徴とする学習方法。

【請求項 2】 データパケットを送信する送信過程と、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を求める統計過程と、

データパケットを再送する再送過程と、

確認応答パケットを受信する受信過程と、

前記統計過程にて求められた確率分布に基づいて、前記受信過程にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定過程とを有し、

前記学習過程は、前記推定過程にて推定された結果に基づいて、前記第 2 の時間の確率分布を更新することにより、前記第 2 の時間の確率分布を学習する



ことを特徴とする請求項 1 に記載の学習方法。

【請求項 3】 サブネットワークを有するパケット通信網を介して該サブネットワーク配下の一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送する他方の装置が、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する際に用いる情報を学習する学習方法において、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記サブネットワークについての第 1 の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記サブネットワークについての第 2 の時間の確率分布を学習する学習過程

を有することを特徴とする学習方法。

【請求項 4】 データパケットを送信する送信過程と、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を求める統計過程と、

データパケットを再送する再送過程と、

確認応答パケットを受信する受信過程と、

前記統計過程にて求められた確率分布に基づいて、前記受信過程にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定過程とを有し、

前記学習過程は、前記推定過程にて推定された結果に基づいて、前記第 2 の時間の確率分布を更新することにより、前記第 2 の時間の確率分布を学習する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の学習方法。

【請求項 5】 パケット通信網を介して一方の装置へデータパケットを送信

し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送する他方の装置が、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定方法において、

データパケットを送信する送信過程と、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を求める統計過程と、

データパケットを再送する再送過程と、

確認応答パケットを受信する受信過程と、

前記統計過程にて求められた確率分布に基づいて、前記受信過程にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定過程と

を有することを特徴とする推定方法。

【請求項 6】 前記統計過程は、前記推定過程にて推定された結果に基づいて、前記第 2 の時間の確率分布を更新することを特徴とする請求項 5 に記載の推定方法。

【請求項 7】 前記データパケットは、データが順序付けられて分割され且つ当該順序を示す情報が付加されるものであり、

前記送信過程は、前記推定過程で前記確認応答パケットが前記送信過程で送信されたデータパケットに対するものであると推定された場合、前記再送過程でデータパケットが再送される直前に前記送信過程で送信されたデータパケットに付加された前記情報に示される順序に後続する順序が示される情報が付加されるデータパケットを送信する

ことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の推定方法。

【請求項 8】 サブネットワークを有するパケット通信網を介して該サブネットワーク配下の一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送

信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送する他方の装置が、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定方法において、

データパケットを送信する送信過程と、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第 2 の時間の確率分布を求める統計過程と、

データパケットを再送する再送過程と、

確認応答パケットを受信する受信過程と、

前記統計過程にて求められた確率分布に基づいて、前記受信過程にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定過程と

を有することを特徴とする推定方法。

【請求項 9】 前記統計過程は、前記推定過程にて推定された結果に基づいて、前記第 2 の時間の確率分布を更新することを特徴とする請求項 8 に記載の推定方法。

【請求項 10】 前記データパケットは、データが順序付けられて分割され且つ当該順序を示す情報が付加されるものであり、

前記送信過程は、前記推定過程で前記確認応答パケットが前記送信過程で送信されたデータパケットに対するものであると推定された場合、前記再送過程でデータパケットが再送される直前に前記送信過程で送信されたデータパケットに付加された前記情報に示される順序に後続する順序が示される情報が付加されるデータパケットを送信する

ことを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載の推定方法。

【請求項 11】 データが順序付けられて分割され且つ当該順序を示す情報が付加されるデータパケットをパケット通信網を介して一方の装置へ送信し、該

データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送する他方の装置と一方の装置とを含む通信システムにおいて、

データパケットを送信する送信過程と、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を求める統計過程と、

データパケットを再送する再送過程と、

確認応答パケットを受信する受信過程と、

前記統計過程にて求められた確率分布に基づいて、前記受信過程にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定過程とを有し、

前記統計過程は、前記推定過程にて推定された結果に基づいて、前記第 2 の時間の確率分布を更新し、

前記送信過程は、前記推定過程で前記確認応答パケットが前記送信過程で送信されたデータパケットに対するものであると推定された場合、前記再送過程でデータパケットが再送される直前に前記送信過程で送信されたデータパケットに付加された前記情報に示される順序に後続する順序が示される情報が付加されるデータパケットを送信する

ことを特徴とする通信システム。

【請求項 1 2】 サブネットワークを有するパケット通信網を介して該サブネットワーク配下の一方の装置へ、データが順序付けられて分割され且つ当該順序を示す情報が付加されるデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送する他方の装置と一方の装置とを含む通信システムにおいて、

データパケットを送信する送信過程と、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第 2 の時間の確率分布を求める統計過程と、

データパケットを再送する再送過程と、

確認応答パケットを受信する受信過程と、

前記統計過程にて求められた確率分布に基づいて、前記受信過程にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定過程とを有し、

前記統計過程は、前記推定過程にて推定された結果に基づいて、前記第 2 の時間の確率分布を更新し、

前記送信過程は、前記推定過程で前記確認応答パケットが前記送信過程で送信されたデータパケットに対するものであると推定された場合、前記再送過程でデータパケットが再送される直前に前記送信過程で送信されたデータパケットに付加された前記情報に示される順序に後続する順序が示される情報が付加されるデータパケットを送信する

ことを特徴とする通信システム。

【請求項 1 3】 パケット通信網を介して一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送し、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する際に用いる情報を学習する他方の装置において、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を学習する学習手段

を有することを特徴とする装置。

【請求項 1 4】 データパケットを送信する送信手段と、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を求める統計手段と、

データパケットを再送する再送手段と、

確認応答パケットを受信する受信手段と、

前記統計手段にて求められた確率分布に基づいて、前記受信過程にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定手段とを有し、

前記学習手段は、前記推定手段にて推定された結果に基づいて、前記第 2 の時間の確率分布を更新することにより、前記第 2 の時間の確率分布を学習することを特徴とする請求項 1 3 に記載の装置。

【請求項 1 5】 前記データパケットは、データが順序付けられて分割され且つ当該順序を示す情報が付加されるものであり、

前記送信手段は、前記推定手段で前記確認応答パケットが前記送信過程で送信されたデータパケットに対するものであると推定された場合、前記再送過程でデータパケットが再送される直前に前記送信過程で送信されたデータパケットに付加された前記情報に示される順序に後続する順序が示される情報が付加されるデータパケットを送信する

ことを特徴とする請求項 1 3 又は 1 4 に記載の装置。

【請求項 1 6】 サブネットワークを有するパケット通信網を介して該サブネットワーク配下の一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送し、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する際に用いる情報を学習する他方の装置において、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記サブネットワークについての第 1 の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記サブネットワークについての第 2 の時間の確率分布を学習する学習手段

を有することを特徴とする装置。

【請求項 1 7】 データパケットを送信する送信手段と、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第 2 の時間の確率分布を求める統計手段と、

データパケットを再送する再送手段と、

確認応答パケットを受信する受信手段と、

前記統計手段にて求められた確率分布に基づいて、前記受信過程にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定手段とを有し、

前記学習手段は、前記推定手段にて推定された結果に基づいて、前記第 2 の時間の確率分布を更新することにより、前記第 2 の時間の確率分布を学習することを特徴とする請求項 1 6 に記載の装置。

【請求項 1 8】 前記データパケットは、データが順序付けられて分割され且つ当該順序を示す情報が付加されるものであり、

前記送信手段は、前記推定手段で前記確認応答パケットが前記送信手段で送信されたデータパケットに対するものであると推定された場合、前記再送過程でデータパケットが再送される直前に前記送信過程で送信されたデータパケットに付加された前記情報に示される順序に後続する順序が示される情報が付加されるデータパケットを送信する

ことを特徴とする請求項 1 6 又は 1 7 に記載の装置。

【請求項 1 9】 パケット通信網を介してデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送し、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する際に用いる情報を学習する他方の装置において用いられるコンピュータを、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を学習する学習手段として機能させるためのプログラム。

【請求項 2 0】 パケット通信網を介してデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送し、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する他方の装置において用いられるコンピュータを、

データパケットを送信する送信手段と、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を求める統計手段と、

データパケットを再送する再送手段と、

確認応答パケットを受信する受信手段と、

前記統計手段にて求められた確率分布に基づいて、前記受信手段にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定手段として機能させるためのプログラム。

【請求項 2 1】 サブネットワークを有するパケット通信網を介して該サブネットワーク配下の一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送し、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する際に用いる情報を学習する他方の装置において用いられるコンピュータを、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記サブネットワークについての第 1 の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記サブネットワークについての第 2 の時間の確率分布を学習する学習手段として機能させるためのプログラム。

【請求項 2 2】 サブネットワークを有するパケット通信網を介して該サブネットワーク配下の一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送し、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する他方の装置において用いられるコンピュータを、

データパケットを送信する送信手段と、

データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第 2 の時間の確率分布を求める統計手段と、

データパケットを再送する再送手段と、

確認応答パケットを受信する受信手段と、

前記統計手段にて求められた確率分布に基づいて、前記受信手段にて受信した

確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定手段として機能させるためのプログラム。

【請求項 2 3】 請求項 1 9 乃至 2 2 のいずれかに記載のプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、パケット通信網を介して行われるパケット通信における再送制御のための技術に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

移動通信網の一種として、パケット通信サービスを提供する移動パケット通信網がある。この移動パケット通信網を用いることにより、当該移動パケット通信網を介して、サーバ装置はクライアント装置へデータパケットを届けることができ、また、クライアント装置は当該データパケットに対する確認応答データパケットをサーバ装置へ届けることができる。

ところで、移動パケット通信網とクライアント装置との間の通信区間には無線区間が含まれている。無線区間における通信は電波を用いて行われるから、電波環境が悪化したりすると、移動パケット通信網を介した通信は停止状態となる。このような状況下で、サーバ装置がデータパケットを送信しても、このパケットはクライアント装置へ届かない。つまり、パケットロスが生じる。このようなパケットロスに対処するために、サーバ装置は再送制御機能を備えている。すなわち、サーバ装置は、データパケットを送信してから、予め設定された待機時間だけ待機し、この待機時間を過ぎても当該パケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合には、パケットロスが発生したと判断し、当該データパケットを再送する。

電波環境が改善したりして移動パケット通信網を介した通信が再開されると、移動パケット通信網内に一時的に保存されていたデータパケットがクライアント装置に届く場合がある。このような場合に、サーバ装置における再送制御により

当該データパケットが再送されると、クライアント装置には、移動パケット通信網内に滞留していたデータパケット（以下、オリジナルデータパケットという）と、再送されたデータパケット（以下、再送データパケットという）との両方が届くことになる。クライアント装置はデータパケットを受信したときに当該データパケットに対する確認応答パケットを返送するから、サーバ装置はオリジナルデータパケットに対する確認応答パケットと再送データパケットに対する確認応答パケットを受信することになる。両確認応答パケットは受信タイミングを除いて完全に同一であることから、サーバ装置は、一つ目の確認応答パケットを受信した時点では、当該確認応答パケットがオリジナルデータパケットに対するものなのか又は再送データパケットに対するものなのかを判別することができない。再送データパケットに対する確認応答パケットであるのにオリジナルデータパケットに対する確認応答パケットであるとみなしてしまうと、当該オリジナルデータパケットに後続するデータパケットの再送がスキップされてしまう。つまり、再送すべきデータパケットが再送されない可能性が出てくる。このため、サーバ装置は、二つの確認応答パケットの一つ目を受信したときに、当該確認応答パケットを再送データパケットに対する確認応答パケットであるとみなす。即ち、オリジナルデータパケットがクライアント装置に届かなかったと判断する。そして、当該再送データパケットに後続するデータパケットを再送する。しかし、実際には、クライアント装置には、上述したようにオリジナルデータパケットは届いているという問題が生じる。

【0003】

このような問題を解決する技術が非特許文献1及び非特許文献2に記載されている。非特許文献1には、タイムスタンプオプション(RFC 1323)を利用することにより、確認応答パケットがオリジナルデータパケットに対するものか又は再送データパケットに対するものかの判別を正確に行うことを可能とさせる技術が記載されている。

【0004】

また、非特許文献2には、有線パケット通信網を介するパケット通信において、統計情報を用いて、確認応答パケットがオリジナルデータパケットに対するも

のか又は再送データパケットに対するものかを推定する技術が記載されている。さらに、この文献では、サーバ装置とクライアント装置との間の通信コネクションが確立されているときにデータパケットを送信してから確認応答パケットが届くまでの時間を実測して得られるラウンドトリップタイムのうち最小のラウンドトリップタイムの $1/2$ を閾値として上記の推定を行うことが提案されている。つまり、再送データパケットを送信してから一つ目の確認応答パケットを受信するまでの経過時間が閾値以上の場合（閾値を超過した場合）には再送データパケットに対する確認応答パケットとみなし、閾値未満の場合（閾値以下の場合）には再送データパケットに対する確認応答パケットとみなす。なお、最小のラウンドトリップタイムの $1/2$ を閾値とすることは、以下に列記する事情に基づいて提案されている。

【事情 1】統計をとったところ、再送データパケットを送信してから最小のラウンドトリップタイムの $1/2$ が経過するまでの期間、 $3/4$ が経過するまでの期間、及び $1/1$ が経過するまでの期間内にオリジナルデータパケットに対する確認応答パケットを受信する確率に大差はないことが分かった。

【事情 2】統計をとったところ、再送データパケットを送信してから最小のラウンドトリップタイムの $1/2$ が経過した辺りから再送データパケットに対する確認応答パケットを受信する確率が急激に増加することが分かった。

【0 0 0 5】

【非特許文献 1】

Eifel アルゴリズム (draft-ietf-tsvwg-tcp-eifel-alg-04.txt)

【非特許文献 2】

Mark Allman, Vern Paxson, "On Estimating End-To-End Network Path Properties," ACM SIGCOMM '99, vol. 29, no. 4, pp 263-274, Oct. 1999 (2.8 節)

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、非特許文献 1 の技術においては、通信環境が良好であっても、サーバ装置においてはオリジナルデータパケットに対してタイムスタンプ情報が付加され、クライアント装置においては確認応答データパケットに対してタイム

スタンプ情報が付加される。つまり、どちらのデータパケットについてもその情報量が増加する。したがって、この技術を、通信量に応じて通信料金に変化する従量制課金を前提としている移動パケット通信網を介したパケット通信に適用した場合、上述の問題の発生頻度が十分に高くなければ、通信料の上昇を招いてしまう。もちろん、通信料の上昇は、クライアント装置の使用者やサーバ装置の使用者の望むところではない。

また、当該技術を応用して、データパケットに対して情報を付加するのではなく、通信時に使用される T C P ヘッダ内の予約ビットに情報を設定する方法も考えられる。しかし、このような方法を用いる場合、既存の通信システムでは対応できず、従って、サーバ装置及びクライアント装置に対して、当該方法を用いるための大幅な設計変更が必要となってしまう。

【 0 0 0 7 】

また、非特許文献 2 の技術を、移動通信網を介する移動通信環境のように無線区間でのデータパケットの遅延が非常に大きい通信環境に用いても、最適な判別結果を得ることはできない。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、以上説明した事情に鑑みてなされたものであり、データパケットの情報量を増加させることなく、且つサーバ装置及びクライアント装置に対する大幅な設計変更を必要とせず、サーバ装置に受信される確認応答データパケットがオリジナルデータパケットに対するものであるか又は再送データパケットに対するものであるのかを適切に判別することができる技術を提供することを目的としている。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明は、パケット通信網を介して一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送する他方の装置が、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する際に用いる情報を学習する学習方法において、データパケットの送信時

点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を学習する学習過程を有することを特徴とする学習方法を提供する。

【 0 0 1 0 】

また、本発明は、サブネットワークを有するパケット通信網を介して該サブネットワーク配下の一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送する他方の装置が、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する際に用いる情報を学習する学習方法において、データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記サブネットワークについての第 1 の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記サブネットワークについての第 2 の時間の確率分布を学習する学習過程を有することを特徴とする学習方法を提供する。

【 0 0 1 1 】

また、本発明は、パケット通信網を介して一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送する他方の装置が、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定方法において、データパケットを送信する送信過程と、データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の

時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を求める統計過程と、データパケットを再送する再送過程と、確認応答パケットを受信する受信過程と、前記統計過程にて求められた確率分布に基づいて、前記受信過程にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定過程とを有することを特徴とする推定方法を提供する。

【0 0 1 2】

また、本発明は、サブネットワークを有するパケット通信網を介して該サブネットワーク配下の一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送する他方の装置が、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定方法において、データパケットを送信する送信過程と、データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第 2 の時間の確率分布を求める統計過程と、データパケットを再送する再送過程と、前記再送過程にて再送したデータパケットに対する確認応答パケットを受信する受信過程と、前記統計過程にて求められた確率分布に基づいて、前記受信過程にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定過程とを有することを特徴とする推定方法を提供する。

【0 0 1 3】

また、本発明は、データが順序付けられて分割され且つ当該順序を示す情報が付加されるデータパケットをパケット通信網を介して一方の装置へ送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送する他方の装置と一方の装置とを含む通信システムにおいて、データパケットを送信する送信過程と、データパケットの送信時点から該送信に対する確認応

答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を求める統計過程と、データパケットを再送する再送過程と、確認応答パケットを受信する受信過程と、前記統計過程にて求められた確率分布に基づいて、前記受信過程にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定過程とを有し、前記統計過程は、前記推定過程にて推定された結果に基づいて、前記第 2 の時間の確率分布を更新し、前記送信過程は、前記推定過程で前記確認応答パケットが前記送信過程で送信されたデータパケットに対するものであると推定された場合、前記再送過程でデータパケットが再送される直前に前記送信過程で送信されたデータパケットに付加された前記情報に示される順序に後続する順序が示される情報が付加されるデータパケットを送信することを特徴とする通信システムを提供する。

【 0 0 1 4 】

また、本発明は、サブネットワークを有するパケット通信網を介して該サブネットワーク配下の一方の装置へ、データが順序付けられて分割され且つ当該順序を示す情報が付加されるデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送する他方の装置と一方の装置とを含む通信システムにおいて、データパケットを送信する送信過程と、データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第 2 の時間の確率分布を求める統計過程と、データパケットを再送する再送過程と、前記再送過程にて再送したデータパケットに対する確認応答パケットを受信する受信過程と、前記統計過程にて求められた確率分布に基づいて、前記受信過程

にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定過程とを有し、前記統計過程は、前記推定過程にて推定された結果に基づいて、前記第 2 の時間の確率分布を更新し、前記送信過程は、前記推定過程で前記確認応答パケットが前記送信過程で送信されたデータパケットに対するものであると推定された場合、前記再送過程でデータパケットが再送される直前に前記送信過程で送信されたデータパケットに付加された前記情報に示される順序に後続する順序が示される情報が付加されるデータパケットを送信することを特徴とする通信システムを提供する。

【0015】

また、本発明は、パケット通信網を介して一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送し、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する際に用いる情報を学習する他方の装置において、データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を学習する学習手段を有することを特徴とする装置を提供する。

【0016】

また、本発明は、サブネットワークを有するパケット通信網を介して該サブネットワーク配下の一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送し、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する際に用いる情報を学習する他方の装置において、データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記サブネットワークについての第 1 の時間の確率分布

を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記サブネットワークについての第 2 の時間の確率分布を学習する学習手段を有することを特徴とする装置を提供する。

【0 0 1 7】

また、本発明は、パケット通信網を介してデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送し、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する際に用いる情報を学習する他方の装置において用いられるコンピュータを、データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を学習する学習手段として機能させるためのプログラムを提供する。

【0 0 1 8】

また、本発明は、パケット通信網を介してデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送し、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する他方の装置において用いられるコンピュータを、データパケットを送信する送信手段と、データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間を計測し計測された第 1 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間を計測し計測された第 2 の時間を統計し統計結果に基づいて前記一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を求める統計手段と、データパケットを再送する再送手段と、確認応答パケットを受信する受信手段と、前記統計手段にて求められた確率分布に基づいて、前記

受信手段にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定手段として機能させるためのプログラムを提供する。

【0 0 1 9】

また、本発明は、サブネットワークを有するパケット通信網を介して該サブネットワーク配下の一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送し、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する際に用いる情報を学習する他方の装置において用いられるコンピュータを、データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第1の時間が計測され計測された第1の時間が統計された統計結果に基づいて、前記サブネットワークについての第1の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第2の時間が計測され計測された第2の時間が統計された統計結果に基づいて、前記サブネットワークについての第2の時間の確率分布を学習する学習手段として機能させるためのプログラムを提供する。

【0 0 2 0】

また、本発明は、サブネットワークを有するパケット通信網を介して該サブネットワーク配下の一方の装置へデータパケットを送信し、該データパケットの送信時点から予め定められた待機時間が経過するまでに該データパケットに対する確認応答パケットを受信しなかった場合に該データパケットを再送し、受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する他方の装置において用いられるコンピュータを、データパケットを送信する送信手段と、データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第1の時間を計測し計測された第1の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第1の時間の確率分布を求める一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第2の時間を計測し計測された第2の時間を統計し統計結果に基づいて前記サブネットワークについての第2の時間の確率分布を求める統計手段と、データパケットを再送する再送手段と、確認応答パケットを受信する受信手段と、前記統計手段にて求められた確率分布に基づいて、前記

受信手段にて受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する推定手段として機能させるためのプログラムを提供する。

【0 0 2 1】

また、本発明は、上述のプログラムを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体を提供する。

【0 0 2 2】

本発明によれば、データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、一方の装置についての第 1 の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、一方の装置についての第 2 の時間の確率分布を学習する。そして、学習した確率分布を用いて、データパケット再送後に受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する。また、推定した結果に基づいて、上述の第 2 の時間の確率分布を更新することにより、これを学習する。

【0 0 2 3】

また本発明によれば、データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、サブネットワークについての第 1 の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、サブネットワークについての第 2 の時間の確率分布を学習する。そして、学習した確率分布を用いて、データパケット再送後に受信した確認応答パケットに対するデータパケットを推定する。また、推定した結果に基づいて、上述の第 2 の時間の確率分布を更新することにより、これを学習する。

【0 0 2 4】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは同一符号を付け、そ

の繰り返しの説明は省略する。

【 0 0 2 5 】

(1 . 構成)

< 通信システム 1 の構成 >

図 1 は、この発明の第一実施形態に係る通信システム 1 の構成を例示するブロック図である。

通信端末 4 0 は、クライアント装置 5 0 と接続され、クライアント装置 5 0 とパケット通信を行う。

移動パケット通信網 3 0 は、当該移動パケット通信網 3 0 に収容される通信端末 4 0 に対してパケット通信サービスを提供する。なお、移動パケット網 3 0 と通信端末 4 0 との間の通信区間には、図示しない無線区間が含まれている。この無線区間における通信は、電波を用いて行われる。

サーバ装置 1 0 は、通信端末 4 0 、移動パケット通信網 3 0 、インターネット 2 0 を介してクライアント装置 5 0 とパケット通信を行う。なお、本実施形態においては、T C P (Transmission Control Protocol) に従って、パケット通信を行うものとする。

【 0 0 2 6 】

< サーバ装置 1 0 の構成 >

次に、サーバ装置 1 0 の構成について説明する。サーバ装置 1 0 の構成は一般的なコンピュータと同様であるから、本発明に係る構成のみについて図 2 を参照しながら説明する。

C P U 1 0 0 は、記憶部 1 0 5 に記憶されるプログラムを実行することにより、サーバ装置 1 0 の装置各部の制御を行う。また、C P U 1 0 0 は、タイマ 1 0 0 a と 1 0 0 b とを備える。タイマ 1 0 0 a は、C P U 1 0 0 によりセットされた一定時間が経過すると、トリガ信号を出力する。タイマ 1 0 0 b は、C P U 1 0 0 の指示により、時間の測定を開始し、C P U 1 0 0 に指示により、当該測定を終了し、測定された時間を C P U 1 0 0 に供給する。

記憶部 1 0 5 は、R A M (Random Access Memory) 1 0 2 と、R O M (Read Only Memory) 1 0 3 と、H D (Hard Disk) 1 0 4 とから構成される。

【 0 0 2 7 】

ROM 1 0 3 には、CPU 1 0 0 にデータパケット送信制御処理を行わせるためのプログラムが記憶されている。なお、データパケット送信制御処理とは、以下の処理のことである。CPU 1 0 0 がクライアント装置 5 0 へデータパケット（以下、オリジナルデータパケットという）を送信した後、当該データパケットに対応する確認応答パケットの受信を待機する。このため、タイマ 1 0 0 a に一定時間（以下、待機時間という）をセットし、タイマ 1 0 0 a に待機時間を計測させる。この計測の間、確認応答パケットを受信することなく、タイマ 1 0 0 a から待機時間が経過したことを示すトリガ信号が出力されると、CPU 1 0 0 は、当該データパケットがクライアント装置 5 0 に受信されなかったと判定し、タイマ 1 0 0 a の値をリセットするとともに、当該データパケットを再送する。

【 0 0 2 8 】

例えば、通信端末 4 0 と移動パケット通信網 3 0 との間の通信区間に含まれる無線区間における電波環境が悪化したなどの場合に、待機時間が経過しても CPU 1 0 0 が確認応答パケットを受信できない事態が発生し得る。このような場合、電波環境が改善されることにより、移動パケット通信網 3 0 を介した通信が再開されて、データパケット及び確認応答パケットの送受信が可能となる。

【 0 0 2 9 】

CPU 1 0 0 は、データパケットを再送した後、確認応答パケットの受信を待機するとともに、タイマ 1 0 0 b に、確認応答パケットを受信するまでの時間（以下、再待機時間という）の測定を開始させる。そして、データパケット再送後に、確認応答パケットを受信すると、タイマ 1 0 0 b に再待機時間の測定を終了させる。そして、測定された再待機時間と後述の確率分布データとを用いて、受信された確認応答パケットがオリジナルデータパケットに対応するものである確率が高いのか、再送されたデータパケット（以下、再送データパケットという）に対応するものである確率が高いのかを判定する。オリジナルデータパケットに対応するものである確率が高いと判定した場合には、オリジナルデータパケットがクライアント装置 5 0 に受信されたと推定し、続いて、後続のオリジナルデータパケットを送信する。再送データパケットに対応するものである確率が高いと

判定した場合には、オリジナルデータパケットがクライアント装置 5 0 に受信されなかったと推定し、続いて、後続の再送データパケットが有るか否かを判定する。この判定結果が肯定的で有れば、後続の再送データパケットを送信し、この判定結果が否定的で有れば、後続のオリジナルデータパケットを送信する。

【0 0 3 0】

HD 1 0 4 は、2 種類の確率分布データを記憶している。

1 つは、通信が正常に行われている場合に、データパケットに対する確認応答パケットが受信されるまでのラウンドトリップタイムの確率分布（以下、確率分布 1 という）を示すデータ（以下、確率分布 1 データという）である。図 3 に確率分布 1 の大略を示す。同図において、データパケットが送信された時刻を起点として、各ラウンドトリップタイムの出現確率が示されている。

【0 0 3 1】

なお、通信が正常に行われている場合に、オリジナルデータパケットに対する確率応答パケットが受信されるまでのラウンドトリップタイム（以下、O 1 - R T T という）と、再送データパケットに対する確率応答パケットが受信されるまでのラウンドトリップタイム（以下、S 1 - R T T という）とのそれぞれの確率分布は、同様であるとして良い。すると、この確率分布 1 を用いて、以下のことが分かる。図 5 に、オリジナルデータパケットが送信された時刻を起点として、オリジナルデータパケットに対する確率応答パケットが受信されるまでの到着時刻の確率分布を実線で示し、再送データパケットに対する確率応答パケットが受信されるまでの到着時刻の確率分布を点線で示す。この図において、時刻 t_1 は、再送データパケットが送信された時刻である。時刻 t_2 は、オリジナルデータパケットに対する確率応答パケットが受信されるまでの到着時刻の出現確率と、再送データパケットに対する確率応答パケットが受信されるまでの到着時刻の出現確率とが等しくなるときの時刻である。この図から、オリジナルデータパケットが送信されてから時刻 t_2 が経過するまでの間は、オリジナルデータパケットに対する確認応答パケットが受信される確率が高く、時刻 t_2 が経過した後は、再送データパケットに対する確認応答パケットが受信される確率が高いことが分かる。

【0032】

もう1つの確率分布データは、再送データパケットが送信された場合に、再送データパケット送信後にオリジナルデータパケットに対する確認応答パケットが受信されるまでのラウンドトリップタイム（以下、 $O2-RTT$ という）の確率分布（以下、確率分布2という）を示すデータ（以下、確率分布2データという）である。図4に確率分布2の大略を示す。同図において、再送データパケットが送信された時刻を起点として、 $O2-RTT$ の出現確率が示されている。

【0033】

なお、この確率分布2と、上述の確率分布1とを用いて、以下のことが分かる。ここで、通信が正常に行われている場合に、再送データパケット送信後に当該再送データパケットに対する確認応答パケットが受信されるまでのラウンドトリップタイム（以下、 $S2-RTT$ という）の確率分布は、確率分布1で表されうる。そこで、図6に、再送データパケットが送信された時刻を起点として、 $O2-RTT$ の確率分布（確率分布2）を実線で示し、 $S2-RTT$ の確率分布（確率分布1）を点線で示す。この図において、時刻 t'_2 は、 $O2-RTT$ の出現確率と、 $S2-RTT$ の出現確率とが等しくなるときの時刻である。この図から、再送データパケットが送信されてから時刻 t'_2 が経過するまでの間は、オリジナルデータパケットに対する確認応答パケットが受信される確率が高く、時刻 t'_2 が経過した後は、再送データパケットに対する確認応答パケットが受信される確率が高いことが分かる。

【0034】

更に、HD104には、CPU100に上述の確率分布1の学習処理を行わせるための第1学習プログラムが記憶されている。なお、確率分布1の学習処理とは、以下の処理のことである。CPU100は、クライアント装置50とデータパケットの送受信を行う度、データパケット送信後に当該データパケットに対応する確認応答データパケット受信するまでのラウンドトリップタイムをタイマ100bにて測定させる。そして、測定された各ラウンドトリップタイムの出現確率を計算することにより、HD104に記憶された確率分布1データの値を逐次的に更新する。以上のようにして、CPU100は、上述の確率分布1を学習す

る。

【0035】

また、HD104には、CPU100に上述の確率分布2の学習処理を行わせるための第2学習プログラムが記憶されている。なお、確率分布2の学習処理とは、以下の処理のことである。CPU100は、データパケット再送後に受信された確認応答パケットがオリジナルデータパケットに対応するものである確率が高いのか、再送されたデータパケット（以下、再送データパケットという）に対応するものである確率が高いのかを判定した結果に基づいて、上述の再待機時間がオリジナルデータパケットに対するラウンドトリップタイムである確率を求める。求めた確率を用いて、HD104に記憶された確率分布2データの値を逐次的に更新する。以上のようにして、CPU100は、上述の確率分布2を学習する。

【0036】

なお、CPU100は、サーバ装置10とクライアント装置50との通信を開始してから確率分布1及び確率分布2の学習を行うようにしても良いし、予め統計された統計結果に基づいて確率分布1及び確率分布2の学習を通信開始前から行っても良い。

例えば、確率分布2の学習を通信開始後に行う場合には、以下のように行えば良い。CPU100が再送データパケット送信後にオリジナルデータパケットに対する確認応答パケットと再送データパケットに対する確認応答パケットとをそれぞれ受信する場合、図4で説明したように、オリジナルデータパケットに対する確認応答パケットを先に受信し、再送データパケットに対する確認応答パケットを後に受信することとなる。従って、再送データパケットに対する確認応答パケットを受信した時点で、先に受信された確認応答パケットがオリジナルデータパケットに対するものであり、後に受信された確認応答パケットが再送データパケットに対するものであることが分かる。以上のように、オリジナルデータパケットに対する確認応答パケット及び再送データパケットに対する確認応答パケットの両方の到着時刻を用いて確率分布2を学習するようにする。

また、確率分布2の学習を通信開始前から行う場合には、以下のように行えば

良い。従来技術欄で説明したタイムスタンプオプションを用いことにより、再送データパケット送信後に受信された確認応答パケットがオリジナルデータパケットに対するものか又は再送データパケットに対するものを判別することができる。そこで、この技術を用いて統計を取り、予め確率分布 2 を学習しておく。そして、通信開始後にはこの確率分布 2 を用いて上述の確率分布 2 の学習処理を行うようにすれば良い。

【0037】

また、図示しないクライアント装置 50 が複数存在する場合、CPU 100 は、クライアント装置 50 の IP アドレス毎に、上述の確率分布 1 及び確率分布 2 を学習する。

【0038】

以上のように、本実施形態においてサーバ装置 10 は、再送データパケット送信後に確認応答パケットが受信されるまでの再待機時間を測定し、学習した各確率分布のデータを用いて、測定した当該再待機時間が $O2 - RTT$ である確率が高いのか又は $S2 - RTT$ である確率が高いのかを判定することにより、当該確認応答パケットがオリジナルデータパケットに対応するものであるのか又は再送データパケットに対応するものであるのかを推定する。

【0039】

<クライアント装置 50 の構成>

クライアント装置 50 は、一般的なコンピュータと同様であるから、本発明に係る機能についてのみ説明する。

クライアント装置 50 は、サーバ装置 10 からデータパケットを受信すると、当該データパケットを受信したことを示す確認応答パケットをサーバ装置 10 へ送信する機能を有している。

【0040】

(2. 動作)

次に本実施形態の動作について説明する。

図 7 は、サーバ装置 10 とクライアント装置 50 との間でパケット通信を行う場合の一例を示すシーケンスチャートである。また、図 8 は、サーバ装置 10 の

本実施形態に係るパケット送信及び受信動作を示すフローチャートである。なお、本実施形態においては、スライディングウィンドウ方式を用いて、データパケットを送信するものとする。

また、サーバ装置 1 0 の CPU 1 0 0 は、クライアント装置 5 0 とパケット通信を行っている間、データパケットの送受信を行う度、HD 1 0 4 に記憶された第 1 学習プログラム及び第 2 学習プログラムを実行して、上述の確率分布 1 及び確率分布 2 の学習処理を行っているものとする。

【0 0 4 1】

まず、図 7 において、サーバ装置 1 0 から、シーケンス番号 0、1 0 0 0、2 0 0 0 を有するそれぞれのデータパケット（オリジナルデータパケット S 1、S 2、S 3）がクライアント装置 5 0 へ送信される。

しかし、例えば通信端末 4 0 と移動パケット通信網 3 0 との間の通信区間に含まれる無線区間における電波環境が悪化し、当該オリジナルデータパケット S 1、S 2、S 3 の送信が一時的に中断されたとする。そして、オリジナルデータパケット S 1、S 2、S 3 は移動パケット通信網 3 0 に一時的に保存されたとする。その後、電波環境が改善されて移動パケット網 3 0 を介した通信が再開されると、オリジナルデータパケット S 1、S 2、S 3 はクライアント装置 5 0 に送信される。即ち、オリジナルデータパケット S 1、S 2、S 3 が遅延して送信されることとなる。そして、まず、オリジナルデータパケット S 1 を受信したクライアント装置 5 0 により、オリジナルデータパケット S 1 に対応する確認応答番号 1 0 0 0 を有する確認応答パケット R 1 がサーバ装置 1 0 へ送信される。

【0 0 4 2】

次に、以上説明したところまでのサーバ装置 1 0 の動作について、図 8 を参照しながら説明する。

サーバ装置 1 0 の CPU 1 0 0 は、ステップ S 1 0 を行い、オリジナルデータパケット S 1、S 2、S 3 の送信を行う。次いで、オリジナルデータパケット S 1 に対してクライアント装置 5 0 から送信される確認応答パケットの受信を待機する。このため、CPU 1 0 0 は、タイマ 1 0 0 a に待機時間をセットし、タイマ 1 0 0 a に待機時間の計測をさせる（ステップ S 1 1）。

そして、クライアント装置 50 から送信された確認応答パケット R1 を受信する前に、待機時間が経過したとする。即ち、ステップ S11 の後待機時間が経過してタイマ 100a からトリガ信号が出力されても、CPU100 は、オリジナルデータパケット S1 に対する確認応答パケットを受信することができなかったとする。この場合、ステップ S12 の判定結果が否定的となり、更にステップ S13 の判定結果が肯定的となり、タイマ 100a の値をリセットするとともに、ステップ S14 へ移行する。

【0043】

ステップ S14 において、CPU100 は、オリジナルデータパケット S1 がクライアント装置 50 に受信されなかったと判定し、シーケンス番号 0 を有するデータパケット（図 7 における再送データパケット S'1）をクライアント装置 50 へ再送するとともに、タイマ 100a に待機時間をセットし、タイマ 100a に待機時間の計測をさせ、タイマ 100b に再待機時間の測定を開始させる。

その後、待機時間が経過する前に即ちタイマ 100a からトリガ信号が出力される前に、CPU100 は、上述の確認応答パケット R1 を受信すると、ステップ S17 に移行する。

【0044】

ステップ S17 において、CPU100 は、タイマ 100b に再待機時間の測定を終了させる。そして、測定された再待機時間と HD104 に記憶されている確率分布データとを用いて、確認応答パケット R1 がオリジナルデータパケット S1 に対応するものである確率が高いのか、再送データパケット S'1 に対応するものである確率が高いのかを判定する処理を行う（ステップ S18）。

【0045】

具体的には、上述の＜サーバ装置 10 の構成＞欄で説明したように、S2-RTT の確率分布を示すデータとして確率分布 1 データを用い、O2-RTT の確率分布を示すデータとして確率分布 2 データを用いて、ステップ S17 で測定された再待機時間が S2-RTT である確率が高いのか又は O2-RTT である確率が高いのかを判定する。

例えば、図 6 に示すように、ステップ S17 で測定された再待機時間が $t'1$

であったとすると、O 2 - R T Tである確率が高いことが分かる。

【0 0 4 6】

従って、C P U 1 0 0は、確認応答パケット R 1がオリジナルデータパケット S 1に対応するものである確率が高いと判定し、ステップ S 2 1へ進む。ステップ S 2 1では、後続のシーケンス番号 3 0 0 0を有するオリジナルデータパケットを送信する。そして、ステップ S 1 1へ進み、更にステップ S 1 2へ進む。

【0 0 4 7】

ここで、図 7に戻って、サーバ装置 1 0からクライアント装置 5 0へオリジナルデータパケット S 4が送信される。一方、サーバ装置 1 0で上述の処理が行われている間、クライアント装置 5 0にオリジナルデータパケット S 2が受信され、当該オリジナルデータパケット S 2に対応する、確認応答番号 2 0 0 0を有する確認応答データパケット R 2が、サーバ装置 1 0へ送信される。

【0 0 4 8】

一方、図 8に戻って、サーバ装置 1 0の C P U 1 0 0は、上述の確認応答パケット R 2を受信すると、ステップ S 1 2における判定結果が肯定的となるため、次に、ステップ S 1 0に進み、後続のシーケンス番号 4 0 0 0を有するオリジナルデータパケットを送信する。

図 7においては、サーバ装置 1 0からオリジナルデータパケット S 5がクライアント装置 5 0へ送信される。

【0 0 4 9】

以上のようにして、サーバ装置 1 0からクライアント装置 5 0へデータパケットが送信される。

なお、図 7におけるステップ S 1 9で、C P U 1 0 0は、再送データパケットに対応するものである確率が高いと判定した場合には、ステップ S 2 0に進む。ステップ S 2 0においては、後続の再送データパケットが有るか否かの判定を行う。有ると判定した場合には、ステップ S 1 4に進み、無いと判定した場合には、ステップ S 2 1に進む。

【0 0 5 0】

(3. 対比)

上述した実施形態の動作が、本発明を適用しないシステムの動作と異なる点を明確化するために、当該システムの動作について説明する。図9は、従来のサーバ装置10'とクライアント装置50との間でパケット通信を行う場合の一例を示すシーケンスチャートである。同図において、上述の実施形態と同様に、サーバ装置10'からクライアント装置50へシーケンス番号0、1000、2000を有するそれぞれのオリジナルデータパケットS1、S2、S3が送信されるが、電波環境の悪化により、当該オリジナルデータパケットS1、S2、S3は、クライアント装置50により遅延して受信される。その後、クライアント装置50から確認応答番号1000を有する確認応答パケットR1が送信される。

【0051】

一方、サーバ装置10'では、上述の待機時間が経過しても、確認応答パケットが受信されなかったため、オリジナルデータパケットS1はクライアント装置50に受信されなかったと判定されて、シーケンス番号0を有するデータパケット（再送データパケットS'1）が再送される。その後、サーバ装置10'では、確認応答パケットR1が受信されるが、当該確認応答パケットR1がオリジナルデータパケットS1に対応するものなのか又は再送データパケットS'1に対応するものなのか判定され得ず、再送データパケットS'1に対応するものであるとみなされて、シーケンス番号1000を有するデータパケット（再送データパケットS'2）が送信される。

【0052】

次いで、サーバ装置10'では、クライアント装置50から送信された確認応答番号2000を有する確認応答パケットR2が受信されるが、上述と同様に、再送データパケットS'1に対応するものであるとみなされて、後続のシーケンス番号2000を有するデータパケット（再送データパケットS'3）が送信される。

続いて、サーバ装置10'では、クライアント装置50から送信された確認応答番号3000を有する確認応答パケットR2が受信され、これによりオリジナルデータパケットS1、S2、S3の再送が完了したとみなされて、シーケンス番号3000を有するデータパケット（オリジナルデータパケットS4）が送信

される。

【0053】

その後、サーバ装置 10' では、クライアント装置 50 から送信された、同一の確認応答番号 3000 をそれぞれ有する確認応答パケット R' 1、R' 2、R' 3 が受信されることにより、クライアント装置 50 にて当該パケットを送信する以前のデータパケットの受信が正常に完了したことが判別される。なお、確認応答パケット R' 1、R' 2、R' 3 は、それぞれ、再送データパケット S' 1、S' 2、S' 3 に対応して送信されるものである。

続いて、サーバ装置 10' では、後続のシーケンス番号 4000 を有するデータパケット（オリジナルデータパケット S5）がクライアント装置 50 へ送信される。

【0054】

以上の結果、本発明を適用しない場合、再送データパケット S' 2、S' 3 及び確認応答パケット R' 2、R' 3 が無駄に送られることが分かる。

従って、本発明によって、データパケットの不必要な送信を防ぐことが可能となる。

【0055】

（4．変形例）

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はその主要な特徴から逸脱することなく他の様々な形態で実施することが可能である。なお、変形例としては、例えば、以下のようなものが考えられる。

【0056】

上述の実施形態においては、スライディングウィンドウ方式を用いて、データパケットを送信したが、その他の方式を用いても良い。

【0057】

上述の実施形態においては、サーバ装置 10 は、IP アドレス毎に、上述のラウンドトリップタイムの確率分布を学習した。しかし、サブネットワーク毎に、ラウンドトリップタイムの確率分布を学習するようにしても良い。例えば、移動パケット通信網 30 が複数存在する場合、各移動パケット通信網についてラウン

ドトリップタイムの確率分布を学習するようにしても良い。

【0 0 5 8】

上述の実施形態においては、TCPに従ってパケット通信を行うようにしたが、本発明は、TCP以外のパケット通信プロトコルにも適用可能である。

【0 0 5 9】

また、サーバ装置 1 0 で行った上述の確率分布の学習及び確認応答パケットに対するデータパケットの推定は、他のサーバ装置で行っても良い。このような構成において、サーバ装置 1 0 は、再送データパケット送信後に確認応答パケットを受信すると、この他のサーバ装置に当該確認応答パケットがオリジナルデータパケットに対するものか又は再送データパケットに対するものかを問い合わせる。他のサーバ装置は、上述のサーバ装置 1 0 が行った判定処理を行い、この判定結果をサーバ装置 1 0 へ送信する。サーバ装置 1 0 は、送信された判定結果に基づいて、確認応答パケットに対するデータパケットを推定することができる。

【0 0 6 0】

なお、上述の実施形態においては、クライアント装置 5 0 は通信端末 4 0 を介してサーバ装置 1 0 とパケット通信を行った。しかし、クライアント装置 5 0 が無線通信機能を備え、通信端末 4 0 を介することなく、移動パケット通信網 4 0、インターネット 2 0 を介してサーバ装置 1 0 とパケット通信を行う構成であっても良い。

【0 0 6 1】

【発明の効果】

本発明によれば、データパケットの情報量を増加させることなく、且つサーバ装置及びクライアント装置に対する大幅な対応を必要とせず、サーバ装置に受信される確認応答データパケットがオリジナルデータパケットに対するものであるか又は再送データパケットに対するものであるのかを最適に判別することができる。この結果、データパケットの不必要な送信を防ぐことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態に係る通信システム 1 の構成を示すブロック図である。

【図 2】 同実施形態に係るサーバ装置 1 0 の構成を示すブロック図である。

【図 3】 同実施形態に係る確率分布 1 の大略を示す図である。

【図 4】 同実施形態に係る確率分布 2 の大略を示す図である。

【図 5】 同実施形態に係る確率分布 1 を用いて出現確率の違いを説明するための図である。

【図 6】 同実施形態に係る確率分布 1 及び確率分布 2 を用いて出現確率の違いを説明するための図である。

【図 7】 同実施形態に係るサーバ装置 1 0 とクライアント装置 5 0 との間でパケット通信を行う場合の一例を示すシーケンスチャートである。

【図 8】 同実施形態に係るサーバ装置 1 0 のパケット送信及び受信動作を示すフローチャートである。

【図 9】 従来のサーバ装置 1 0' とクライアント装置 5 0 との間でパケット通信を行う場合の一例を示すシーケンスチャートである。

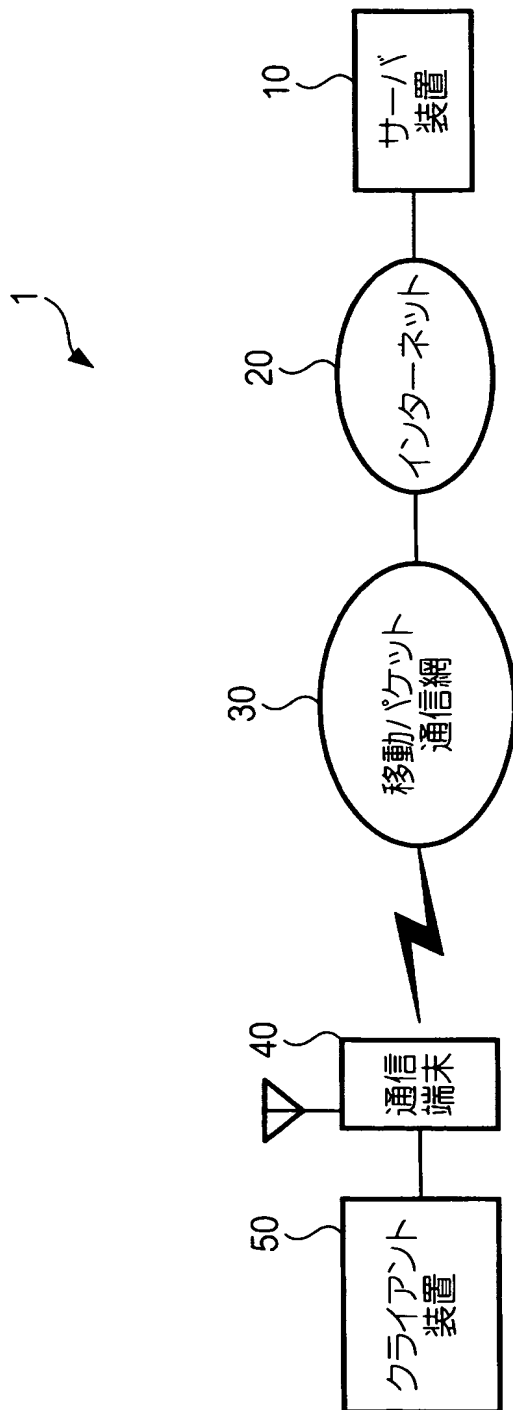
【符号の説明】

1・・・通信システム、1 0・・・サーバ装置、1 0 0・・・CPU、1 0 0 a・・・タイマ、1 0 0 b・・・タイマ、1 0 1・・・通信部、1 0 2・・・RAM、1 0 3・・・ROM、1 0 4・・・HD、1 0 5・・・記憶部、1 1 1・・・バス、2 0・・・インターネット、3 0・・・移動パケット通信網、4 0・・・通信端末、5 0・・・クライアント装置。

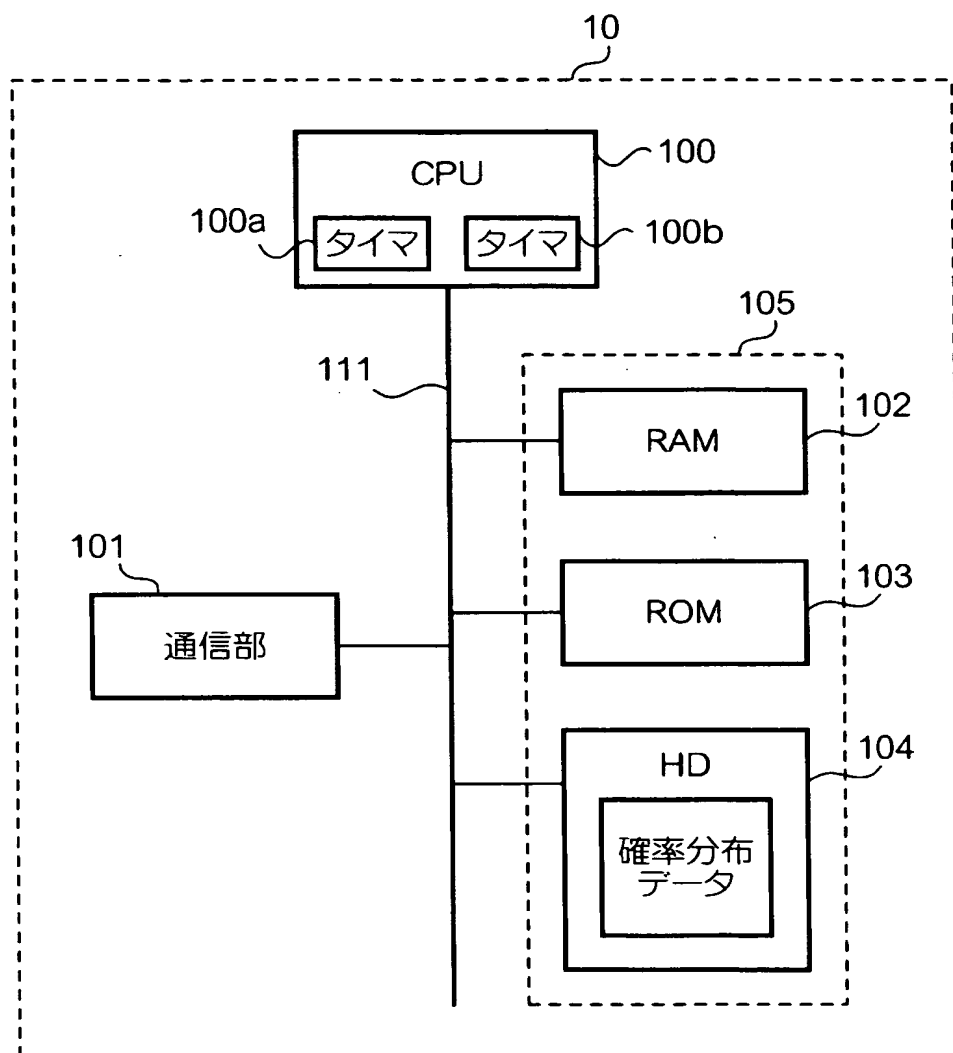
【書類名】

図面

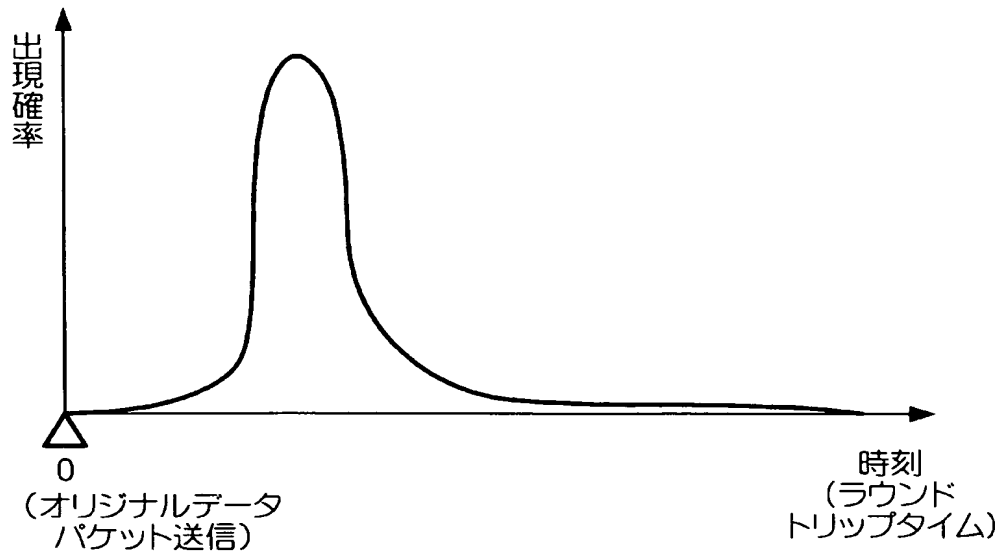
【図 1】



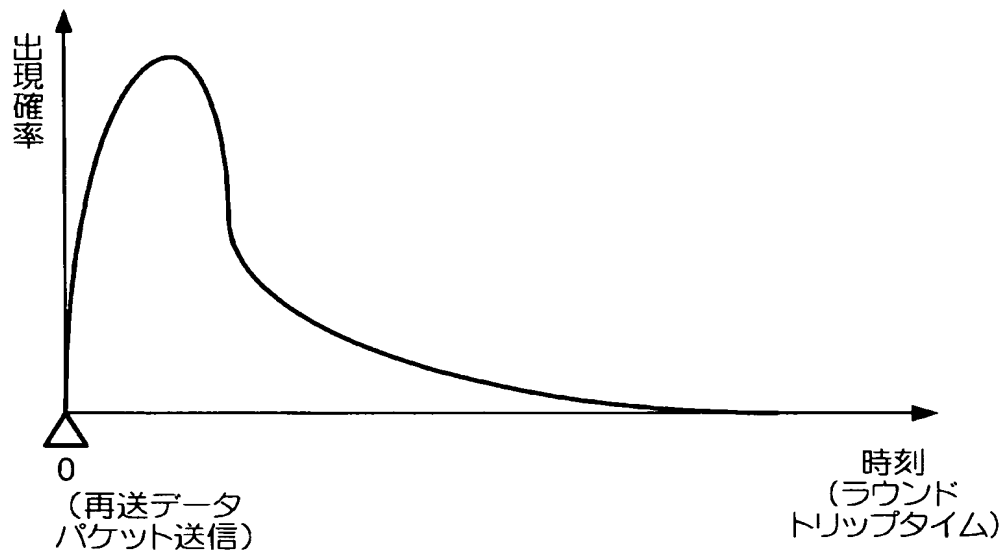
【図 2】



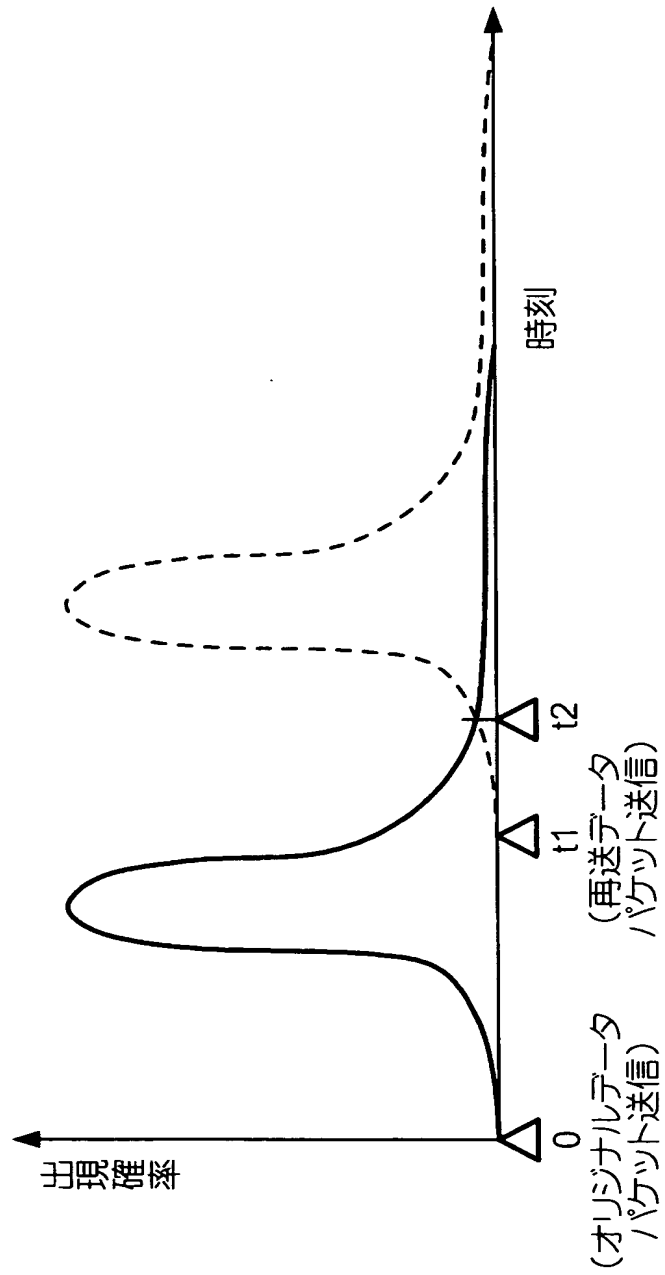
【図 3】



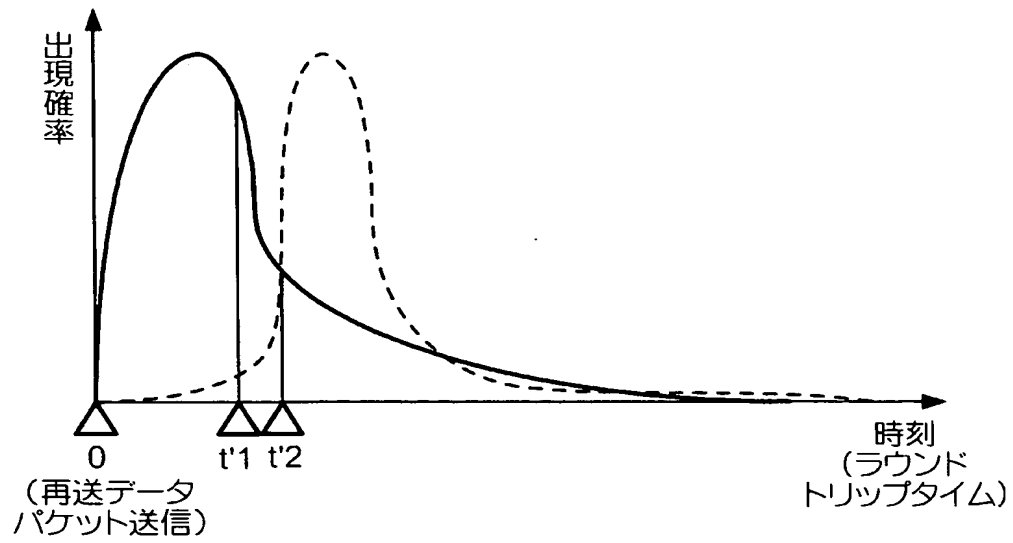
【図 4】



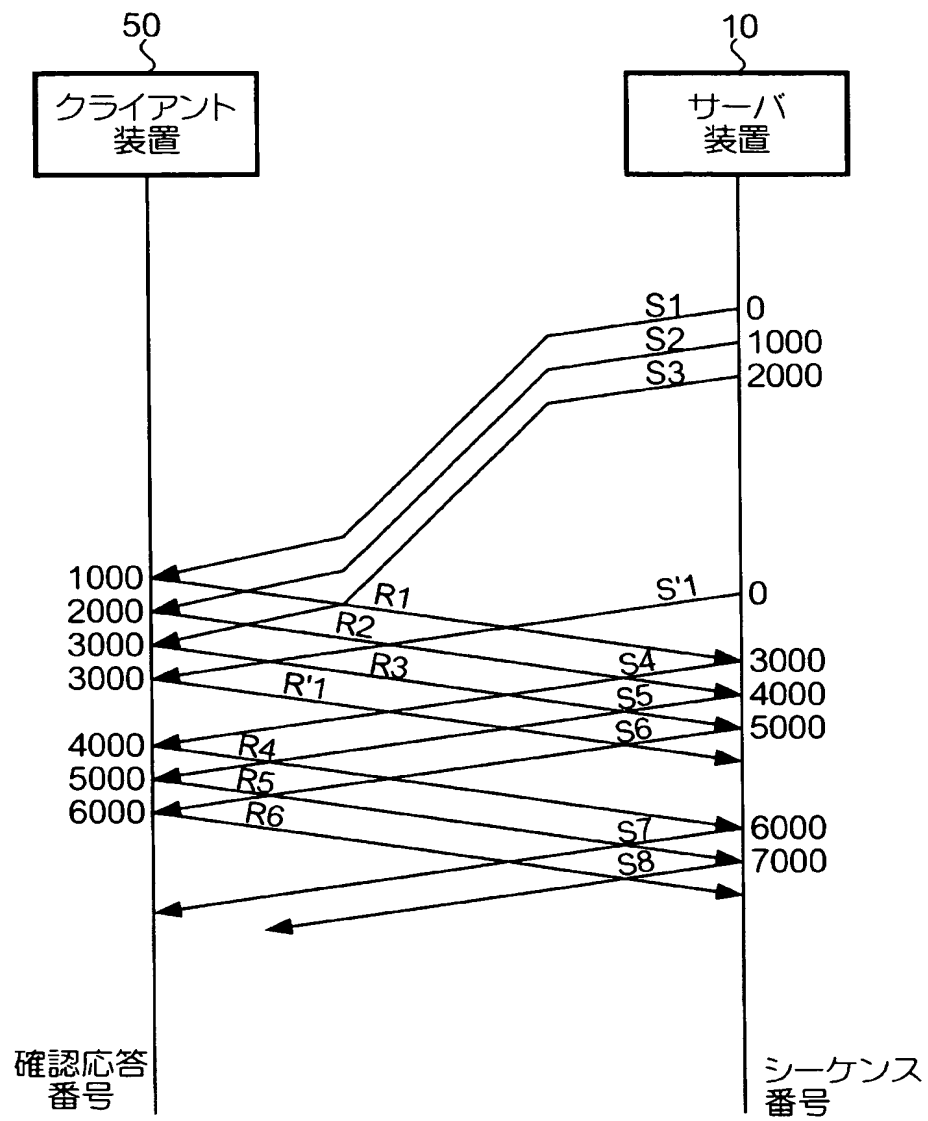
【図 5】



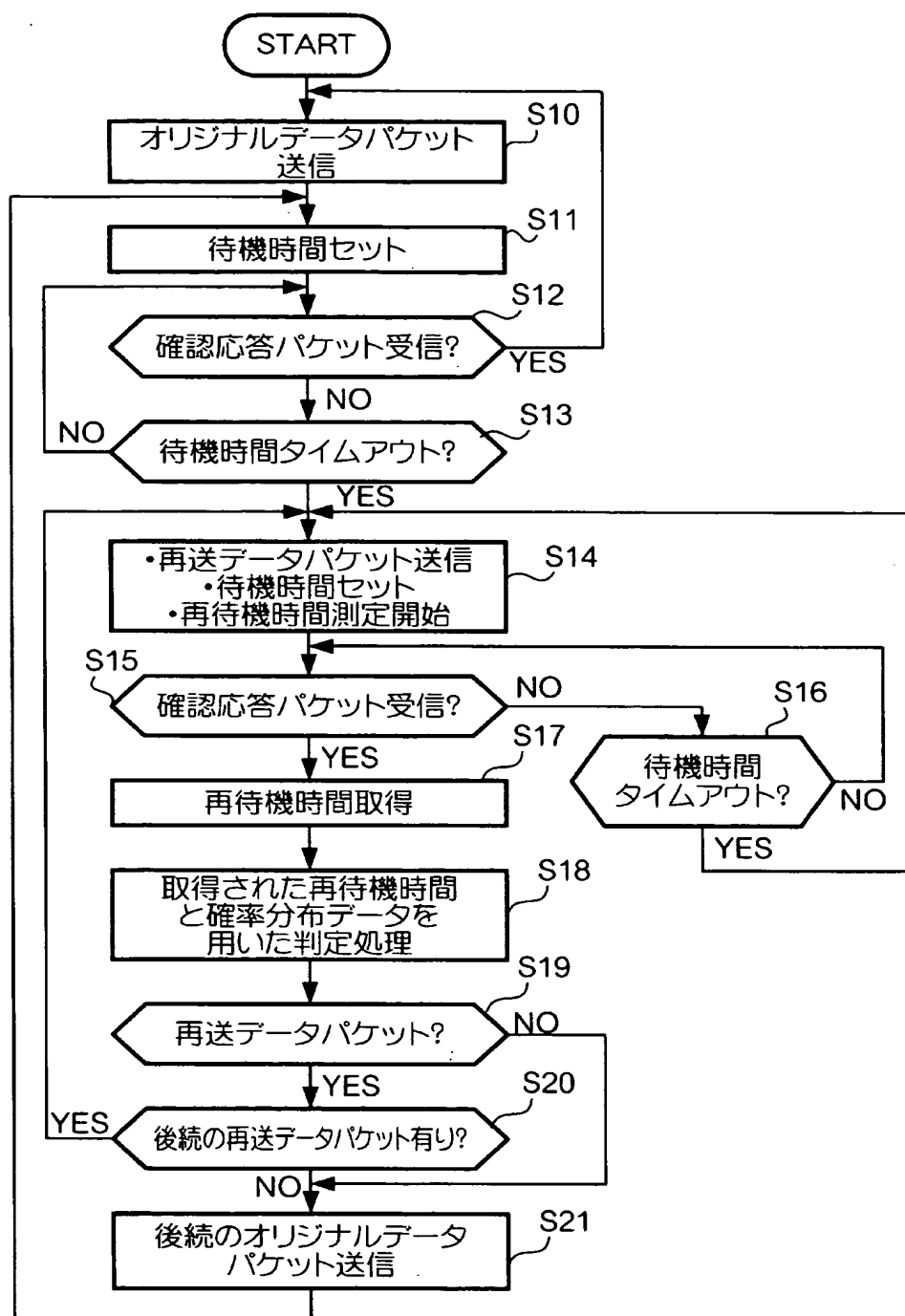
【図 6】



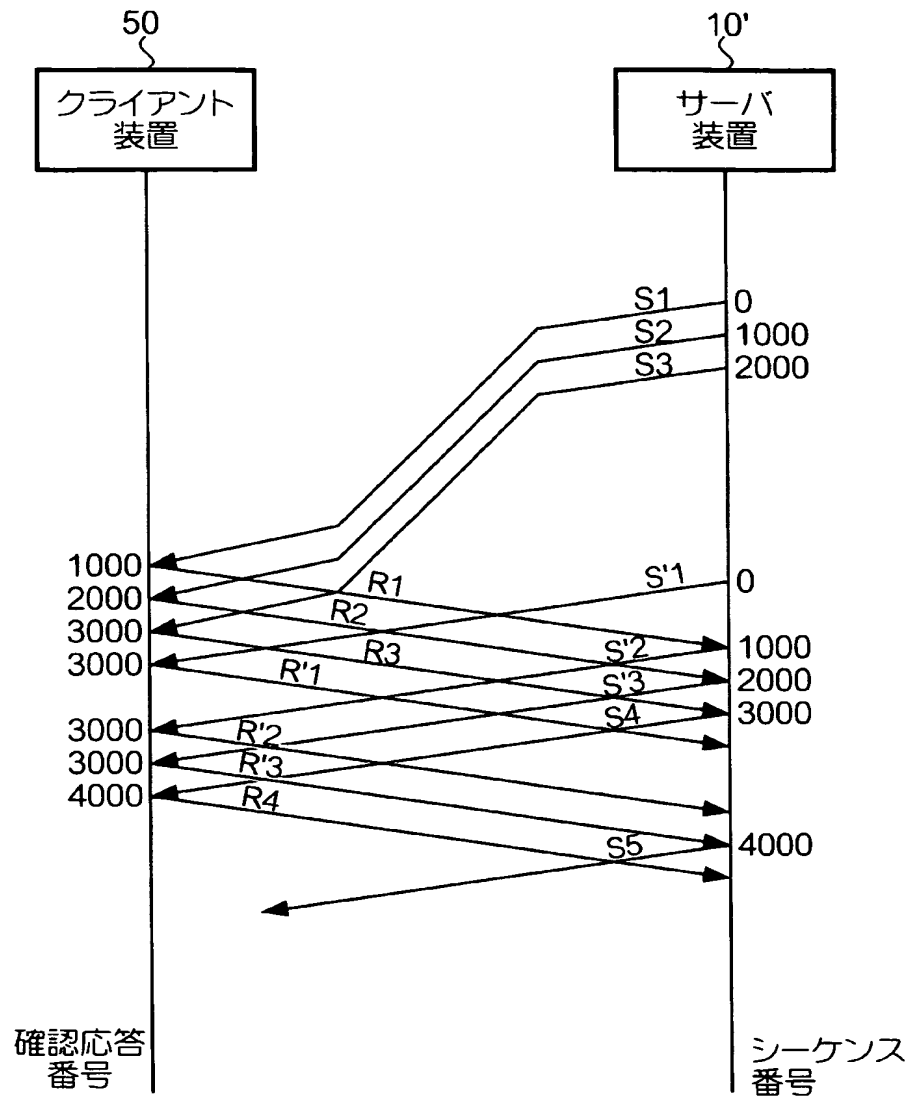
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 データパケットの情報量を増加させることなく、且つサーバ装置及びクライアント装置に対する大幅な設計変更を必要とせず、サーバ装置に受信される確認応答データパケットがオリジナルデータパケットに対するのものであるか又は再送データパケットに対するものであるのかを適切に判別することができる技術を提供する。

【解決手段】 データパケットの送信時点から該送信に対する確認応答パケットの受信時点までの第 1 の時間が計測され計測された第 1 の時間が統計された統計結果に基づいて、クライアント装置 5 0 についての第 1 の時間の確率分布を学習する一方、データパケットの再送時点から確認応答パケットの受信時点までの第 2 の時間が計測され計測された第 2 の時間が統計された統計結果に基づいて、クライアント装置 5 0 についての第 2 の時間の確率分布を学習し、学習した結果を用いて確認応答パケットに対するデータパケットを推定する。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 2 - 3 8 2 2 2 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 2 0 2 6 6 9 3]

1. 変更年月日
[変更理由]

2 0 0 0 年 5 月 1 9 日

名称変更

住所変更

住 所
氏 名

東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号
株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ